

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **62-025189**

(43)Date of publication of application : **03.02.1987**

(51)Int.Cl.

C09K 11/61

G21K 4/00

(21)Application number : **60-070484**

(71)Applicant : **FUJI PHOTO FILM CO
LTD**

(22)Date of filing :

02.04.1985

(72)Inventor : **NAKAMURA TAKASHI
TAKAHASHI KENJI**

(54) FLUORESCENT SUBSTANCE AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a novel fluorescent substance showing excellent stimulation emission characteristics, by calcining a mixture of an alkaline metallic halide compound and a bismuth compound.

CONSTITUTION: (A) One or more alkaline metallic halides selected from RbCl, CsCl, RbBr, CsBr, RbI and CsI is blended with one or more selected from bismuth compounds such as halide, oxide, nitrate, sulfate, etc., by a ball mill. The mixture is packed into a heat-resistant container, preferably calcined at 600W800°C for 0.5W6hr, to give the aimed fluorescent substance shown by the composition formula $M1X:xBi$ (M1 is Rb or Cs; X is Cl, Br or I; x is in $0 < x \leq 0.2$).

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-25189

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)2月3日

C 09 K 11/61
G 21 K 4/007215-4H
8406-2G

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 螢光体およびその製造法

⑯ 特 願 昭60-70484

⑰ 出 願 昭60(1985)4月2日

⑱ 発 明 者 中 村 隆 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内

⑲ 発 明 者 高 橋 健 治 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内

⑳ 出 願 人 富士写真フィルム株式 南足柄市中沼210番地
会社

㉑ 代 理 人 弁理士 柳川 泰男

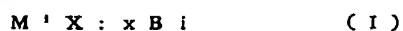
明 細 書

1. 発明の名称

螢光体およびその製造法

2. 特許請求の範囲

1. 組成式(I):



(ただし、 M^I はRbおよびCsからなる群より選ばれる少なくとも一種のアルカリ金属であり；XはCl、BrおよびIからなる群より選ばれる少なくとも一種のハロゲンであり；そしてxは $0 < x \leq 0.2$ の範囲の数値である)

で表わされるビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物螢光体。

2. 組成式(I)における M^I がCsであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の螢光体。

3. 組成式(I)におけるxが $5 \times 10^{-4} \leq x \leq 10^{-2}$ の範囲の数値であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の螢光体。

4. 化学量論的に組成式(I):



(ただし、 M^I はRbおよびCsからなる群より選ばれる少なくとも一種のアルカリ金属であり；XはCl、BrおよびIからなる群より選ばれる少なくとも一種のハロゲンであり；そしてxは $0 < x \leq 0.2$ の範囲の数値である)

に対応する相対比となるように螢光体原料混合物を調製したのち、この混合物を500乃至1000℃の範囲の温度で焼成することとを特徴とする該組成式(I)で表わされるビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物螢光体の製造法。

5. 組成式(I)における M^I がCsであることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の螢光体の製造法。

6. 組成式(I)におけるxが $5 \times 10^{-4} \leq x \leq 10^{-2}$ の範囲の数値であることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の螢光体の製造法。

7. 螢光体原料混合物の焼成を600乃至800℃の範囲の温度で行なうことを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の螢光体の製造法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の分野〕

本発明は、蛍光体およびその製造法に関するものである。さらに詳しくは、本発明は、ビスマスにより賦活されているアルカリ金属ハロゲン化物蛍光体およびその製造法に関するものである。

〔発明の技術的背景および従来技術〕

従来、放射線像を画像として得る方法として、銀塩感光材料からなる乳剤層を有する放射線写真フィルムと増感紙（増感スクリーン）との組合せを使用する、いわゆる放射線写真法が利用されている。上記従来の放射線写真法にかわる方法の一つとして、たとえば、特開昭55-12145号公報等に記載されているような輝尽性蛍光体を利用する放射線像変換方法が知られている。この方法は、被写体を透過した放射線、あるいは被検体から発せられた放射線を輝尽性蛍光体に吸収させ、そののちにこの蛍光体を可視光線、赤外線などの電磁波（励起光）で時系列的に励起することにより、蛍光体中に蓄積されている放射線エネルギー

Nd、Yb、およびErのうちの少なくとも一つ、そしてxは、 $0 \leq x \leq 0.6$ 、yは、 $0 \leq y \leq 0.2$ である）

この蛍光体は、X線などの放射線を吸収したのち、可視光乃至赤外線領域の電磁波の照射を受けると近紫外領域に発光（輝尽発光）を示すものである。

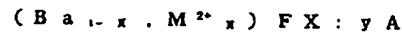
上述のように、輝尽性蛍光体を利用する放射線像変換方法に用いられる蛍光体として、従来より上記希土類元素賦活アルカリ土類金属ハロゲン化物蛍光体が知られているが、輝尽性を示す蛍光体自体、この希土類元素賦活アルカリ土類金属ハロゲン化物蛍光体以外はあまり知られていない。

なお、本発明の蛍光体と同様にアルカリ金属ハロゲン化物を母体とする蛍光体として、従来よりタリウムあるいはナトリウム賦活沃化セシウム蛍光体（CsI: Tl、CsI: Na）が知られており、この蛍光体はX線、電子線、紫外線等の放射線の照射により発光（瞬時発光）を示す。

ギーを蛍光（瞬時発光）として放出させ、この蛍光を光電的に読取って電気信号を得、この電気信号を画像化するものである。

上記放射線像変換方法によれば、従来の放射線写真法を利用した場合に比較して、はるかに少ない被曝線量で情報量の豊富なX線画像を得ることができるという利点がある。従って、この放射線像変換方法は、特に医療診断を目的とするX線撮影などの直接医療用放射線撮影において利用価値が非常に高いものである。

上記放射線像変換方法に用いられる輝尽性蛍光体として、特開昭55-12145号公報には、下記組成式で表わされる希土類元素賦活アルカリ土類金属弗化ハロゲン化物蛍光体が開示されている。



（ただし、 M^{2+} はMg、Ca、Sr、Zn、およびCdのうちの少なくとも一つ、XはCl、Br、およびIのうちの少なくとも一つ、AはEu、Tb、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、

〔発明の要旨〕

本発明は上記放射線像変換方法に使用することのできる新規な輝尽性蛍光体、およびその製造法を提供することを目的とするものである。

本発明者等は、種々の研究を行なった結果、下記の新規なビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体は顕著な輝尽発光特性を示すことを見出し、本発明に至ったのである。

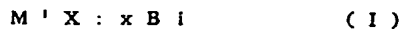
すなわち、本発明の蛍光体は、組成式(I)：



（ただし、 M' はRbおよびCsからなる群より選ばれる少なくとも一種のアルカリ金属であり；XはCl、BrおよびIからなる群より選ばれる少なくとも一種のハロゲンであり；そしてxは $0 < x \leq 0.2$ の範囲の数値である）

で表わされるビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体である。

また、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体の製造法は、化学量論的に組成式(I)：



(ただし、 M^1 、 X 、 x の定義は前述と同じである)

に対応する相対比となるように蛍光体原料混合物を調整したのち、この混合物を500乃至1000℃の範囲の温度で焼成することを特徴とする。

組成式(I)で表わされる本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体は、 X 線、紫外線、電子線などの放射線を照射した後、450~900nmの波長領域の電磁波で励起すると近紫外乃至青色領域に輝光を示す。特に組成式(I)において M^1 がCsである蛍光体は、高輝度の輝光を示す。また、組成式(I)で表わされる本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体は、 X 線、紫外線、電子線などの放射線を照射して励起する場合に近紫外乃至青色領域に瞬時発光を示す。

である)

に対応する相対比となるように秤量混合して、蛍光体原料の混合物を調整する。

本発明の蛍光体の製造法において、主として輝光輝度の点から、組成式(I)においてアルカリ金属を表わす M^1 はCsであるのが好ましい。また、ビスマスの賦活量を表わす x 値は $5 \times 10^{-4} \leq x \leq 10^{-2}$ の範囲にあるのが好ましい。

蛍光体原料混合物の調整は、

i)上記1)および2)の蛍光体原料を単に混合することによって行なってもよく、あるいは、

ii)上記1)および2)の蛍光体原料を溶液の状態で混合したのち、この溶液を加温下(好ましくは50~200℃)で減圧乾燥、真空乾燥、噴霧乾燥などにより乾燥して蛍光体原料を混合することによって行なってもよい。

上記i)およびii)のいずれの方法においても、混合には、各種ミキサー、V型ブレンダー、ボールミル、ロッドミルなどの通常の混合機が用いられる。

【発明の構成】

本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体は、たとえば、以下に記載するような製造法により製造することができる。

まず、蛍光体原料として、

- 1) RbCl、CsCl、RbBr、CsBr、RbIおよびCsIからなる群より選ばれる少なくとも一種のアルカリ金属ハロゲン化物、
- 2) ハロゲン化物、酸化物、硝酸塩、硫酸塩などのビスマスの化合物からなる群より選ばれる少なくとも一種の化合物、

を用意する。場合によっては、さらにハロゲン化アンモニウム($NH_4 X^*$; ただし、 X^* はCl、BrまたはIである)などをフラックスとして使用してもよい。

蛍光体の製造に際しては、上記1)のアルカリ金属ハロゲン化物、および2)のビスマス化合物を用いて、化学量論的に、組成式(I)：



(ただし、 M^1 、 X および x の定義は前述と同

次に、上記のようにして得られた蛍光体原料混合物を石英ポート、アルミナルツボ、石英ルツボなどの耐熱性容器に充填し、電気炉中で焼成を行なう。焼成温度は500~1000℃の範囲が適当であり、好ましくは600~800℃の範囲である。焼成時間は蛍光体原料混合物の充填量および焼成温度などによっても異なるが、一般には0.5~6時間が適当である。焼成雰囲気としては、少量の水素ガスを含有する窒素ガス雰囲気、あるいは、一酸化炭素を含有する二酸化炭素雰囲気などの弱還元性の雰囲気；窒素ガス、アルゴンガスなどの不活性ガス雰囲気；および空気などの酸性雰囲気を利用する。

上記焼成によって粉末状の本発明の蛍光体を得られる。なお、得られた粉末状の蛍光体については、必要に応じて、さらに、洗浄、乾燥、ふるい分けなどの蛍光体の製造における各種の一般的な操作を行なってもよい。

以上に説明した製造法によって製造されるビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体は、組

成式 (I) :



(ただし、 M' は Rb および Cs からなる群より選ばれる少なくとも一種のアルカリ金属であり； X は Cl、Br および I からなる群より選ばれる少なくとも一種のハロゲンであり；そして x は $0 < x \leq 0.2$ の範囲の数値である)

で表わされるものである。

本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化合物蛍光体は X 線、紫外線、電子線などの放射線を照射したのち、450 ~ 900 nm の可視乃至赤外領域の電磁波で励起すると近紫外乃至青色領域に輝光を示す。

第1図は、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化合物蛍光体の輝光励起スペクトルを例示するものであり、第1図において曲線1、2および3はそれぞれ CsCl : Bi 蛍光体、CsBr : Bi 蛍光体および CsI : Bi 蛍光体の輝光励起スペクトルである。

第1図から、本発明の蛍光体は放射線照射後

波で励起する場合には、輝光と励起光との分離が容易であり、かつその輝光は高輝度となる。また第2図から、本発明の蛍光体の輝光スペクトルの最大ピーク的位置は、上記の輝光励起スペクトルの最大ピーク位置と同様に、蛍光体を構成する CsX の X が各々 Cl (曲線1)、Br (曲線2) および I (曲線3) である際に、後者のもののほど長波長側にあることがわかる。

以上、CsCl : Bi 蛍光体、CsBr : Bi 蛍光体および CsI : Bi 蛍光体の場合を例にとって、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化合物蛍光体の輝光励起スペクトルおよび輝光スペクトルを説明したが、本発明のその他の蛍光体についてもその輝光励起スペクトルおよび輝光スペクトルは、上述と同様であることが確認されている。

なお、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化合物蛍光体は、X 線、紫外線、電子線などの放射線を照射して励起する場合にも近紫外乃至青色領域に発光 (瞬時発光) を示し、その発光スベ

クトル (瞬時発光スペクトル) は輝光スペクトルとほぼ同様である。

450 ~ 900 nm の波長領域の電磁波で励起すると輝光を示すことがわかる。また第1図から、本発明の蛍光体の輝光励起スペクトルの最大ピーク的位置は、蛍光体の母体を構成する CsX の X がそれぞれ Cl (曲線1)、Br (曲線2) および I (曲線3) である際に後者のもののほど長波長側にある。特に X が I である蛍光体は半導体レーザー光等の赤外線でも効率良く励起されることがわかる。

第2図は、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化合物蛍光体の輝光スペクトルを例示するものであり、第2図において曲線1、2および3はそれぞれ上記の CsCl : Bi 蛍光体、CsBr : Bi 蛍光体および CsI : Bi 蛍光体の輝光スペクトルである。

第2図から明らかなように、本発明の蛍光体は近紫外乃至青色領域に輝光を示し、その輝光スペクトルのピークは約 350 ~ 450 nm の波長領域にある。従って、本発明の蛍光体を放射線照射後 500 ~ 850 nm の波長領域の電磁

波で励起する場合にも近紫外乃至青色領域に発光 (瞬時発光) を示し、その発光スベ

クトル (瞬時発光スペクトル) は輝光スペクトルとほぼ同様である。

以上に説明した発光特性から、本発明の蛍光体は、医療診断を目的とする X 線撮影等の医療用放射線撮影および物質の非破壊検査を目的とする工業用放射線撮影などにおいて使用される輝光性蛍光体利用の放射線像変換方法に用いられる放射線像変換パネル用の蛍光体として、また、同じく医療診断および物質の非破壊検査を目的とする放射線写真法に用いられる増感スクリーン用の蛍光体として特に有用である。

次に本発明の実施例を記載する。ただし、これらの各実施例は本発明を限定するものではない。

[実施例1]

塩化セシウム (CsCl) 186.4 g、および弗化ビスマス (BiF₃) 0.266 g をボールミルを用いて十分に混合した。

次に、得られた蛍光体原料混合物をアルミナルツボに充填し、これを高温電気炉に入れて焼成を行なった。焼成は、空気中にて 600℃ の温度で

2時間かけて行なった。焼成が完了したのち、焼成物を炉外に取り出して冷却した。

このようにして、粉末状のビスマス賦活塩化セシウム蛍光体(CsCl:0.001Bi)を得た。

[実施例2]

実施例1において、塩化セシウムの代りに臭化セシウム(CsBr)212.8gを用いること以外は実施例1の方法と同様の操作を行なうことにより、粉末状のビスマス賦活臭化セシウム蛍光体(CsBr:0.001Bi)を得た。

[実施例3]

実施例1において、塩化セシウムの代りに沃化セシウム(CsI)259.8gを用いること以外は実施例1の方法と同様の操作を行なうことにより、粉末状のビスマス賦活沃化セシウム蛍光体(CsI:0.001Bi)を得た。

次に、実施例1～3で得られた各々の蛍光体に管電圧80KVpのX線を照射したのち、He-Neレーザー光(波長:632.8nm)で励起したときの輝度発光スペクトル、およびその輝度

管電圧80KVpのX線を照射したのち、He-Neレーザー光で励起したときの輝度発光輝度を測定した。この輝度発光輝度の測定は、受光側フィルターとしてピーク波長390nm、半値幅60nm、ピーク波長透過率78%のバンドパスフィルター(B-340)を用いて行なった。その結果を第1表に示す。

なお、第1表において、輝度発光輝度は実施例3のCsI:0.001Bi蛍光体の輝度を100とする相対値で示されている。

第1表

相対輝度発光輝度	
実施例1	500
実施例2	700
実施例3	100

発光のピーク波長における輝度発光スペクトルを測定した。得られた結果を第2図および第1図に示す。

第2図において、

曲線1:CsCl:0.001Bi蛍光体(実施例1)の輝度発光スペクトル

曲線2:CsBr:0.001Bi蛍光体(実施例2)の輝度発光スペクトル

曲線3:CsI:0.001Bi蛍光体(実施例3)の輝度発光スペクトル

である。

第1図において、

曲線1:CsCl:0.001Bi蛍光体(実施例1)の輝度発光スペクトル

曲線2:CsBr:0.001Bi蛍光体(実施例2)の輝度発光スペクトル

曲線3:CsI:0.001Bi蛍光体(実施例3)の輝度発光スペクトル

である。

また、実施例1～3で得られた各々の蛍光体に

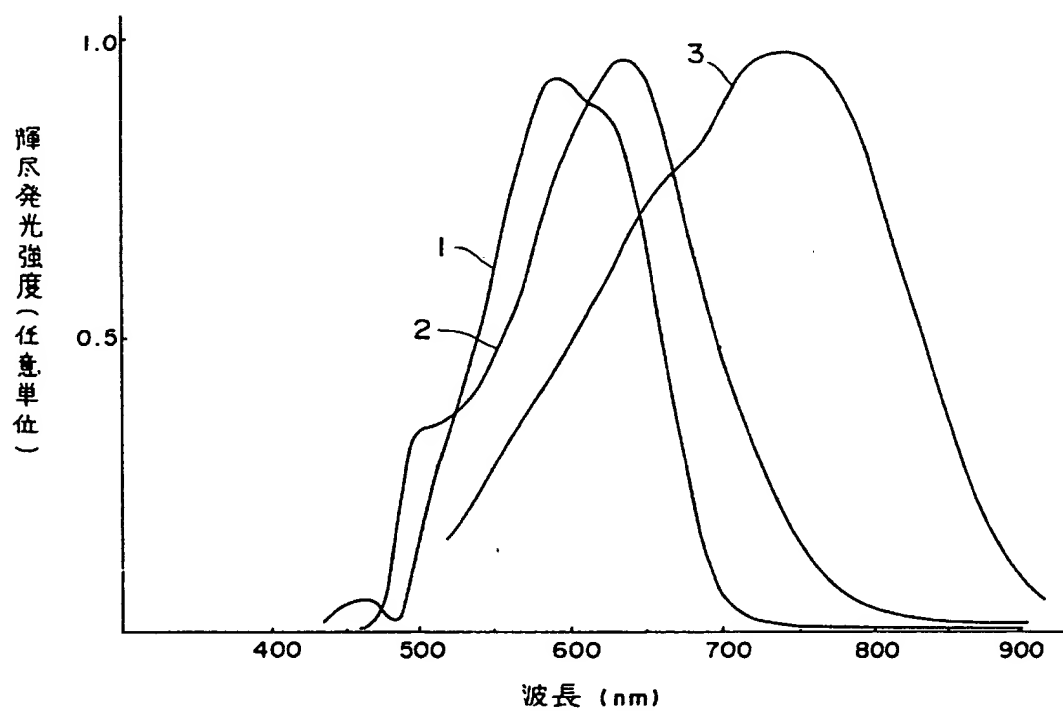
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体の具体例であるCsCl:0.001Bi蛍光体、CsBr:0.001Bi蛍光体およびCsI:0.001Bi蛍光体の輝度発光スペクトル(それぞれ曲線1、2および3)である。

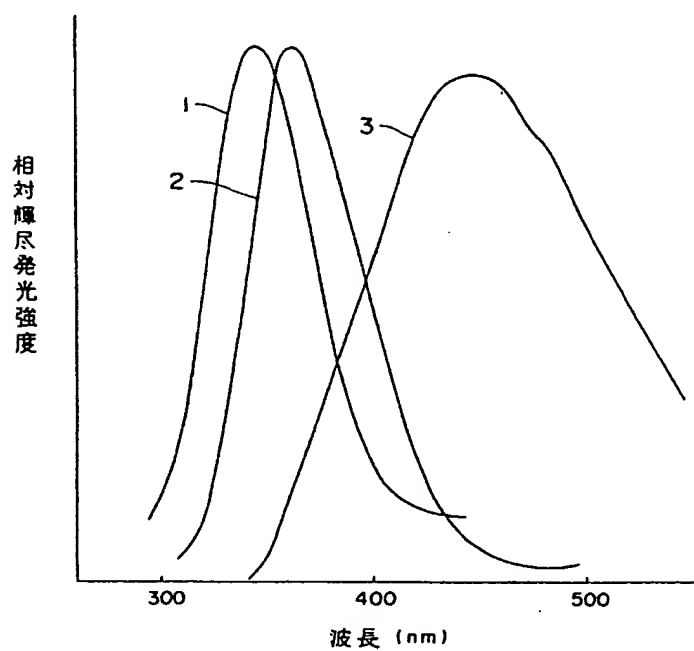
第2図は、本発明のビスマス賦活アルカリ金属ハロゲン化物蛍光体の具体例であるCsCl:0.001Bi蛍光体、CsBr:0.001Bi蛍光体およびCsI:0.001Bi蛍光体の輝度発光スペクトル(それぞれ曲線1、2および3)である。

特許出願人 富士写真フィルム株式会社
代理人 弁理士 柳川 泰 男

第 1 図



第 2 図



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—200200

⑪ Int. Cl.³
F 41 F 17/00
F 28 D 15/00

識別記号

庁内整理番号
7612—2C
C 8013—3L

⑬ 公開 昭和59年(1984)11月13日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ ヒートパイプ式被筒

横須賀市長坂2丁目2番1号株

式会社富士電機総合研究所内

⑯ 特 願 昭58—74649

⑰ 出 願 人 株式会社富士電機総合研究所

⑱ 出 願 昭58(1983)4月27日

横須賀市長坂2丁目2番1号

⑲ 発 明 者 東京

⑳ 代 理 人 弁理士 山口巖

明 細 書

1. 発明の名称 ヒートパイプ式被筒

2. 特許請求の範囲

1) 砲身の外周部にヒートパイプを設けるものにおいて、ヒートパイプのウィックに多孔体を使用し、該ウィックを円筒状でかつ軸方向および円周方向に凹凸を有する形状に形成し、ウィックとウィックを被う外被および内被とで構成する空間を作動蒸気の通路としたことを特徴とするヒートパイプ式被筒。

3. 発明の詳細な説明

本発明は戦車等の砲身に取り付けるヒートパイプの構成に関する。戦車等に取り付けられる砲身は、弾体の命中精度を高めるため長い筒状に構成されているが、この形状が起因して砲身は熱の影響を受けやすいという問題を生じている。

第1図は戦車の概略図、第2図は砲身の拡大図を示すものであり、20は戦車本体、21は砲身である。このような構造において通常砲身は太陽光22を受ける側が温度上昇し太陽光を受けない

側はわずかしき温度上昇しないため、第3図に示すようにその温度差(熱膨脹差)により長い砲身21が曲り(図において δ で示す。)射撃精度が悪くなる欠点がある。また砲身の腔内は射撃による熱も加わり基底温度が上昇し、砲身が過熱状態となるため連続射撃ができなくなる。

このように太陽光及び射撃時に生じる熱は特に砲身の根元及び上側に集中するため砲身全体を均熱化することにより放熱作用を促すことが望ましい。本発明はこのような点に鑑みなされたもので太陽光による熱の影響を解消し砲身の均熱化を図るとともに、射撃による熱を分散冷却するヒートパイプを備える砲身を提供することを目的とする。

この目的はヒートパイプ式被筒の内被外壁と外被内壁間に毛管現象を生じるウィックに多孔体を使用し、該ウィックを円筒状でかつ軸方向および円周方向に凹凸を有する形状に形成し、ウィックと内外被とで構成される空間を作動蒸気の通路としたヒートパイプ式被筒を取り付けることによつて達成される。

以下に本発明の実施例を図面に基づいて説明する。第4図はヒートパイプ式被筒の縦断面図、第5図はヒートパイプ式被筒の横断面図、第6図は砲身へヒートパイプ式被筒を複数個取付けた横断面図を示すものである。

ヒートパイプ式被筒13の内被1と外被2はステンレスやアルミニウムなどの薄板で形成し、内被1と外被2の間にはウィック4を設ける。ウィック4は孔径1mm~1mmの焼結金属多孔体又は炭素多孔体などの材料により、円筒状でかつ軸方向および円周方向に凹凸を有する形状に形成し、凹凸の継部に通気孔6を設け、該ウィックと内外被とにより半径方向および軸方向に作動蒸気通路7および8を構成する。ウィック4は内被1、外被2の間に挟持して端部を溶接又はろう付3により気密接合を行なう。ヒートパイプ式被筒13の一部には減圧及び作動液封入口として図示しない銅パイプ又はステンレスパイプなどを接合してある。このパイプ部から減圧し少量の作動液5を封入する。作動液5としては-40℃~+100℃程度の温

度範囲内で作動する例えばメタノール、アセトン、フロンR11などを使用する。作動液封入後前記封入用パイプを密封することにより、作動液の作動蒸気空間を有するヒートパイプ式被筒を構成する。なお上記実施例において、通気孔6は内外被側の作動蒸気が相互に環流するように多孔体¹²1mm以上の孔を複数設ける構成がより好ましい。

前記のように構成されたヒートパイプ式被筒13は第6図に示すように複数個砲身12に嵌合され、砲身の先端部において止メナット14により固定される。砲身12とヒートパイプ式被筒13の熱接触を良好とするためコンパウンド15を介して嵌合することが望ましい。

第6図ではヒートパイプ式被筒13を砲身12に複数個取付ける構成としたがヒートパイプ式被筒13の内被を直接砲身12に置換することもできる。

前述のような構成により、太陽光を受けた場合太陽光を受けている側の外被2が昇温し、昇温した部分のウィック内の作動液が蒸発する。これに

より太陽光を受けていない温度の低い側へ蒸気が移動し、温度の低い側を昇温させて砲身をほぼ同じ温度とするとともに、射撃により砲身の根元を中心に生ずる熱を軸方向に移動させ放熱面積を拡大し分散冷却を行うことができる。

なお、第5図および第6図の実施例では円筒状ヒートパイプ式被筒13を複数個砲身の先端より挿入して取付けているが、本発明はこれに限定されるものではなく、第7図に示すようにヒートパイプ式被筒の1ヶ所軸方向にスリットを設けて、砲身へ挿入後被筒に設けてある締付け用フランジ9をボルト10とナット11により所定の締付け力で固定して使用してもよい。

前述のようにヒートパイプのウィックは孔径1mm~1mmの多孔体を使用し、ウィックの内外面を凹凸状に形成して作動蒸気の通路を構成としたことにより、繊維状ウィックを使用する場合と異なり、ウィックの特別な支持手段を用いることなくかつ複雑な蒸気通路を容易に形成できる。

以上の説明から明らかなように本発明によれば

ヒートパイプ式被筒のウィックに多孔体を使用し内外面を凹凸状に形成し、ウィックの支持手段を兼用できる効果と、作動蒸気を半径方向および軸方向に通ず複雑な蒸気通路を容易に形成できるため、射撃による熱を分散冷却できるとともに均熱化により砲身の曲りを防止する効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は戦車の概略図、第2図は砲身の横断面図、第3図は砲身が太陽光を受けている時を模擬した側面図、第4図はこの発明のヒートパイプ式被筒の縦断面図、第5図はヒートパイプ式被筒の横断面図、第6図は砲身へヒートパイプ式被筒を複数個取付けた横断面図、第7図はこの発明の異なるヒートパイプ式被筒の縦断面図である。

1：内被、2：外被、4：多孔体ウィック、6：通気孔、7、8：蒸気通路、9：フランジ、12：砲身、13：ヒートパイプ式被筒。



図 1

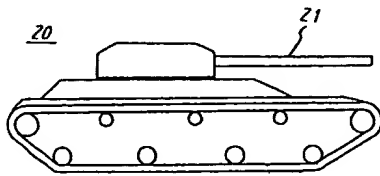


図 2

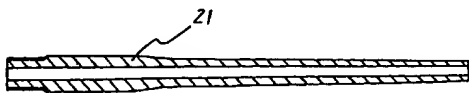


図 3

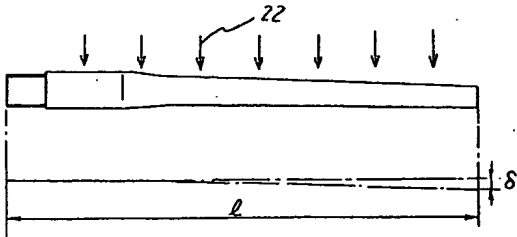


図 4

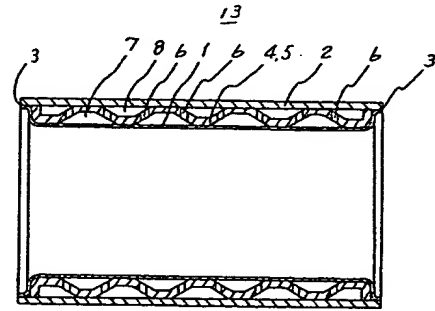


図 5

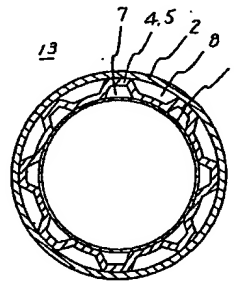


図 7

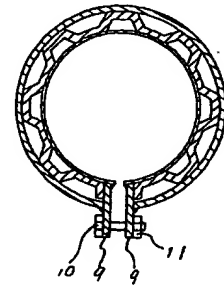


図 6

